

Metode uji indeks ekspansi tanah

Standard test method for expansion index of soils

(ASTM D 4829-08a, IDT)





© ASTM 2008 – All rights reserved

© BSN 2015 untuk kepentingan adopsi standar © ASTM menjadi SNI – Semua hak dilindungi

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun serta dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis BSN

BSN

Email: dokinfo@bsn.go.id

www.bsn.go.id

Diterbitkan di Jakarta

Daftar isi

Daftar isi.....	i
Prakata	ii
Pendahuluan.....	iii
Metode uji indeks ekspansi tanah.....	1
1 Ruang lingkup.....	1
2 Dokumen acuan.....	1
3 Terminologi.....	3
4 Ringkasan metode uji	3
5 Arti dan kegunaan.....	3
6 Peralatan	5
7 Penyiapan contoh uji	7
8 Penyiapan benda uji	9
9 Prosedur	11
10 Perhitungan dan laporan	11
11 Presisi dan bias	13
12 Kata kunci.....	13
Ringkasan Perubahan	15
Gambar 1 - Cetakan dengan ring untuk memadatkan benda uji untuk uji indeks ekspansi	7
Tabel 1 - Klasifikasi potensi ekspansi tanah menggunakan IE.....	5
Tabel 2 - Hasil pengujian antara beberapa laboratorium.....	13

Prakata

Standar ini merupakan revisi SNI 13-6425-2000, Metode pengujian indeks pengembangan tanah merupakan adopsi identik dari standar ASTM D 4829-08a, *Standard test method for expansion index of soils*. Untuk tujuan istilah internasional standar diganti dengan *National Standard* dan diterjemahkan menjadi standar nasional.

SNI ini direvisi karena sudah berumur lebih dari lima tahun dan acuan yang digunakan sudah mengalami perubahan. SNI ini disusun sesuai dengan ketentuan yang diberikan dalam Pedoman Standardisasi Nasional (PSN) 03.1:2007, Adopsi Standar Internasional dan Publikasi Internasional lainnya Bagian 1: Adopsi Standar Internasional menjadi SNI (*ISO/IEC Guide 21-1:2005, Regional or national adoption of International Standards and other International Deliverables – Part 1: Adoption of International Standard, MOD*).

Standar ini disusun oleh Komite Teknis 91-01 Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil, Sub Komite Teknis 91-01-S1 Bidang Sumber Daya Air dan telah dibahas pada rapat konsensus tanggal 12 Nopember 2010 di Bandung dengan melibatkan wakil dari pemerintah, produsen, konsumen, pakar akademis dan peneliti serta instansi teknis terkait lainnya dan telah melalui jajak pendapat tanggal 15 September 2014 sampai 14 November 2014.



Pendahuluan

SNI ini menjelaskan tentang metode uji tanah untuk mendapatkan potensi indeks ekspansinya. Secara teknis tanah sebagai contoh uji dipadatkan dalam kejenuhan tertentu kemudian digenangi air suling untuk mendapatkan besar indeks ekspansi dalam interval waktu tertentu.

Standar ini sebagai identifikasi awal untuk mengetahui jenis dan/ atau sifat tanah terhadap potensi ekspansi secara kuantitatif dan bermanfaat dalam pertimbangan perencanaan konstruksi. tetapi tidak secara langsung dapat menjamin keakuratan hasil desain.

Standar ini dapat diterapkan di seluruh wilayah Indonesia mengingat beberapa daerah/lokasi mempunyai sifat tanah ekspansif dan dapat digunakan sebagai acuan dalam perencanaan konstruksi bangunan.



Metode uji indeks ekspansi tanah

1 Ruang lingkup

1.1 Metode uji ini digunakan untuk mengetahui potensi ekspansi tanah yang dipadatkan saat digenangi air suling .

1.2 Metode uji ini merupakan metode yang sederhana dalam menentukan potensi ekspansi tanah yang dipadatkan untuk aplikasi rekayasa dalam praktek dengan menggunakan parameter indeks.

1.3 Nilai-nilai yang dinyatakan dalam satuan SI harus dianggap sebagai standar. Nilai-nilai yang dinyatakan dalam satuan pon inci merupakan perkiraan.

1.4 Semua nilai diamati dan dihitung dengan angka signifikan dan pembulatangannya sesuai dengan pedoman ASTM D 6026.

1.4.1 Metode ini digunakan untuk menjelaskan cara data dikumpulkan, dihitung atau dicatat. Standar ini tidak terkait langsung dengan keakuratan data yang dapat diterapkan untuk desain dan/atau kegunaan lain. Bagaimana pengguna menerapkan hasil yang didapatkan dengan menggunakan standar ini tergantung pada lingkup penerapannya.

1.5 Standar ini tidak memasukkan masalah-masalah keselamatan sehubungan dengan penggunaannya. Pemakai standar ini bertanggung jawab untuk menetapkan cara-cara keselamatan dan kesehatan, serta menentukan batas penerapan aturan sebelum menggunakannya.

2 Dokumen acuan

2.1 Standar ASTM

D 653 *Terminology Relating to Soil, Rock and Contained Fluids*

D 698 *Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12 400 ft lbf/ft³ (600 kN-m/m³))*

D 854 *Test Method for Specific Gravity of Soils Solid by Water Pycnometer*

D 2216 *Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass*

D 2435 *Test Method for One-Dimensional Consolidation Properties of Soils Using Incremental Loading*

D 3740 *Practice for Minimum Requirements for Agencies Engaged in the Testing and/or Inspection of Soil and Rock as Used in Engineering Design and Construction*

D 3877 *Test Method for One-Dimensional Expansion, Shrinkage and Uplift Pressure of Soil-Lime Mixtures*

D 4753 *Guide for Evaluating, Selecting and Specifying Balances and Standard Masses for Use in Soil, Rock and Construction Materials Testing*

D 6026 *Practice for Using Significant Digits in Geotechnical Data*

E 11 *Specification for Wire Cloth and Sieves for Testing Purposes* (SNI 03-6866-2002 Spesifikasi anyaman kawat untuk keperluan pengujian)

E 145 *Specification for Gravity-Convection and Forced-Ventilation Ovens*

Standard test method for expansion index of soils

1 Scope

1.1 This test method allows for determination of expansion potential of compacted soils when inundated with distilled water.

1.2 This test method provides a simple yet sensitive method for determination of expansion potential of compacted soils for practical engineering applications using an index parameter.

1.3 The values stated in SI units are to be regarded as the standard. The values stated in inch-pound units are approximate.

1.4 All observed and calculated values shall conform to the guidelines for significant digits and rounding established in Practice D 6026.

1.4.1 The method used to specify how data are collected, calculated, or recorded in this standard is not directly related to the accuracy to which the data can be applied in design or other uses, or both. How one applies the results obtained using this standard is beyond its scope.

1.5 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.*

2 Referenced Documents

2.1 ASTM Standards:

D 653 Terminology Relating to Soil, Rock, and Contained Fluids

D 698 Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12 400 ft-lbf/ft³ (600 kN-m/m³))

D 854 Test Methods for Specific Gravity of Soils Solid by Water Pycnometer

D 2216 Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass

D 2435 Test Methods for One-Dimensional Consolidation Properties of Soils Using Incremental Loading

D 3740 Practice for Minimum Requirements for Agencies Engaged in Testing and/or Inspection of Soil and Rock as Used in Engineering Design and Construction

D 3877 Test Methods for One-Dimensional Expansion, Shrinkage, and Uplift Pressure of Soil-Lime Mixtures

D 4753 Guide for Evaluating, Selecting, and Specifying Balances and Standard Masses for Use in Soil, Rock, and Construction Materials Testing

D 6026 Practice for Using Significant Digits in Geotechnical Data

E 11 Specification for Wire Cloth and Sieves for Testing Purposes

E 145 Specification for Gravity-Convection and Forced-Ventilation Ovens

3 Terminologi

3.1 Definisi terkait dengan istilah lain dalam metode uji ini mengacu pada terminologi ASTM D 653.

3.2 Definisi:

3.2.1 Penggoresan

Menggaruk permukaan lapisan yang dipadatkan untuk mengikat lapisan berikutnya dan menghindari kemungkinan terjadinya bidang separasi antar lapisan yang dipadatkan.

3.3 Definisi pengertian khusus dalam standar ini:

3.3.1 Indeks ekspansi (IE) adalah $n - 1000$ kali dari selisih antara tinggi akhir dan tinggi awal benda uji dibagi dengan tinggi awal.

4 Ringkasan metode uji

4.1 Benda uji disiapkan dengan cara memadatkan tanah uji dalam ring logam pada derajat kejenuhan $50\% \pm 2\%$. Benda uji dan ring logam ditempatkan pada konsolidometer. Tekanan vertikal 6,9 kPa (1 lbf/in.) diberikan pada benda uji yang kemudian digenangi dengan air suling. Deformasi dari contoh uji dicatat selama 24 jam atau sampai kecepatan deformasi yang terjadi kurang dari 0,005 mm/jam (0,0002 in./jam), mana yang tercapai lebih dahulu, waktu pencatatan minimum adalah 3 jam untuk kondisi pada saat kecepatan rata-rata deformasi kurang dari 0,005 mm/jam.

5 Arti dan kegunaan

5.1 Indeks ekspansi, IE, mengindikasikan potensi pengembangan tanah yang dipadatkan.

5.2 Nilai IE tidak merupakan duplikasi kondisi lapangan tertentu seperti berat isi tanah, kadar air, pembebanan, struktur tanah setempat atau kandungan kimia air tanah. Akan tetapi, konsistensi kondisi uji harus digunakan dalam menyiapkan contoh pemadatan yang mempunyai korelasi langsung dengan data dari laboratorium lain.

CATATAN 1 Klasifikasi secara kualitatif potensi ekspansi tanah berdasarkan IE disajikan pada Tabel 1.

CATATAN 2 Tanpa disadari pernyataan tentang presisi dan bias terkandung dalam metode uji ini; presisi metode uji ini tergantung pada kompetensi personel dalam melakukan kesesuaian peralatan dan fasilitas yang digunakan. Lembaga yang memenuhi kriteria ASTM D 3740 umumnya dianggap mampu dan kompeten melakukan pengujian. Pengguna metode uji ini sesuai dengan ASTM D 3740 tidak menjamin pengujian dapat diandalkan. Keandalan pengujian tergantung pada beberapa faktor; ASTM D 3740 menyediakan sarana untuk mengevaluasi beberapa faktor tersebut.

3 Terminology

3.1 For common definitions of other terms used in this Test Method, refer to Terminology D 653.

3.2 Definitions:

3.2.1 *scarification*—scratching the surface of a compacted layer to facilitate bonding with the next layer to avoid potential separation between compacted layers.

3.3 Definitions of Terms Specific to This Standard:

3.3.1 *expansion index (EI), n*—1000 times the difference between final and initial height of the specimen divided by the initial height.

4 Summary of Test Method

4.1 A specimen is prepared by compacting a test soil into a metal ring at a degree of saturation of 50 ± 2 %. The specimen and the ring are then placed in a consolidometer. A vertical confining pressure of 6.9 kPa (1 lbf/in.) is applied to the specimen and the specimen is then inundated with distilled water. The deformation of the specimen is recorded for 24 h or until the rate of deformation becomes less than 0.005 mm/h (0.0002 in/h), whichever occurs first. A minimum recording time of 3 h is required.

5 Significance and Use

5.1 The expansion index, *EI*, provides an indication of swelling potential of a compacted soil.

5.2 The *EI* test is not used to duplicate any particular field conditions such as soil density, water content, loading, in-place soil structure, or soil water chemistry. However, consistent test conditions are used in preparation of compacted specimens such that direct correlation of data can be made between organizations.

NOTE 1—Qualitative classification of potential expansion in a soil based on *EI* is provided in Table 1.

NOTE 2—Notwithstanding the statements on precision and bias contained in this test method: The precision of this test method is dependent on the competence of the personnel performing it and the suitability of the equipment and facilities used. Agencies which meet the criteria of Practice D 3740 are generally considered capable of competent testing. Users of this test method are cautioned that compliance with Practice D 3740 does not ensure reliable testing. Reliable testing depends on several factors; Practice D 3740 provides a means of evaluating some of those factors.

6 Peralatan

6.1 Cetakan

Cetakan harus berbentuk silinder, terbuat dari logam, memiliki kapasitas dan dimensi yang ditunjukkan dalam Gambar 1. Cetakan ini memiliki bagian atas yang bisa dilepas yang ditandai di bagian dalam (diameter) 50,8 mm (2,00 in.) di atas dasar. Bagian bawah cetakan didesain sebagaiudukan ring baja anti karat yang dapat dilepas mempunyai ukuran tinggi 25,4 mm (1 in.), diameter dalam 101,9 mm (4,01 in.) dan tebal dinding tidak kurang dari 3,10 mm (0,120 in.).

6.2 Penumbuk

Sebuah penumbuk logam dengan ujung berbentuk lingkaran dan memiliki diameter 50,8 mm (2,00 in.), berat 2,5 kg (5,5 lbm) dan harus dilengkapi dengan pengaturan yang sesuai untuk mengontrol tinggi jatuh bebas dari 304,8 mm \pm 1,3 mm (12 in. \pm 0,05 in.) di atas permukaan contoh tanah yang dipadatkan. Lihat ASTM D 698 untuk spesifikasi penumbuk yang sesuai.

6.3 Timbangan

Timbangan minimal berkapasitas 1000 gram memenuhi persyaratan ASTM D 4753, *Class GP2*.

6.4 Oven pengering

Oven pengering yang dikontrol dengan termostat yang mampu menjaga suhu 110°C \pm 5°C (230°F \pm 9°F) untuk mengeringkan kadar air contoh tanah.

6.5 Perata

Perata baja yang mempunyai panjang minimal 150 mm (6 in) dan memiliki satu sisi tajam.

Tabel 1 - Klasifikasi potensi ekspansi tanah menggunakan IE

Indek Ekspansi, IE	Potensi Ekspansi
0-20	Sangat rendah
21-50	Rendah
51-90	Sedang
91-130	Tinggi
>130	Sangat tinggi

6.6 Saringan

Sebuah saringan yang berukuran 4,75 mm (no. 4) yang sesuai dengan persyaratan pada spesifikasi E 11.

6.7 Peralatan pencampur

Peralatan pencampur seperti panci pengaduk, sendok, sendok aduk, dan spatula, atau alat mekanik yang cocok untuk mencampur dengan sempurna contoh uji tanah dengan penambahan air.

6.8 Pembeban

Sebuah konsolidometer atau alat pembeban lain yang sejenis seperti yang dijelaskan dalam ASTM D 2435 untuk menopang dan merendam benda uji dengan beban vertikal dan mengukur perubahan tinggi benda uji. Ring konsolidometer harus seperti yang diuraikan pada spesifikasi 6.1.

6.9 Lempeng/batu pori

lempeng batu pori harus rata dan berbutir halus untuk meminimalkan masuknya butiran tanah ke dalam batu pori/lempengan batu berpori dan harus dapat mengurangi perpindahan palsu yang disebabkan oleh posisi benda uji pada permukaan batu pori/lempengan berpori (CATATAN 3). Beberapa perpindahan cukup signifikan, terutama jika perpindahan dan tekanan vertikal yang diberikan kecil.

CATATAN 3 Ukuran pori yang sesuai adalah 10 μ m.

6 Apparatus

6.1 *Mold*—The mold shall be cylindrical in shape, made of metal, and shall have the capacity and dimensions indicated in Fig. 1. The mold shall have a detachable collar inscribed with a mark 50.8 mm (2.00 in.) above the base. The lower section of the mold is designed to retain a removable stainless steel ring 25.4 mm (1 in.) in height, 101.9 mm (4.01 in.) in internal diameter, and not less than 3.10 mm (0.120 in.) in wall thickness.

6.2 *Rammer*—A metal rammer with a circular face with a diameter of 50.8 mm (2.00 in.) and a mass of 2.5 kg (5.5 lbf) shall be used. The rammer shall be equipped with a suitable arrangement to control height of drop to a free fall of 304.8 mm \pm 1.3 mm (12 in. \pm 0.05 in.) over the top of the soil to be compacted. See Test Methods D 698 for further specification of a suitable rammer.

6.3 *Balance*—A balance of at least 1000 g capacity meeting the requirements of Guide D 4753, Class GP2.

6.4 *Drying Oven*—A thermostatically controlled drying oven (specified in Specification E 145) capable of maintaining a temperature of 110 \pm 5°C (230 \pm 9°F) for drying water content samples.

6.5 *Straight Edge*—Steel straight edge at least 150 mm (6 in.) in length with one beveled edge.

TABLE 1 - Classification of Potential Expansion of Soils Using EI

Expansion Index, EI	Potential Expansion
0-20	Very Low
21-50	Low
51-90	Medium
91-130	High
>130	Very High

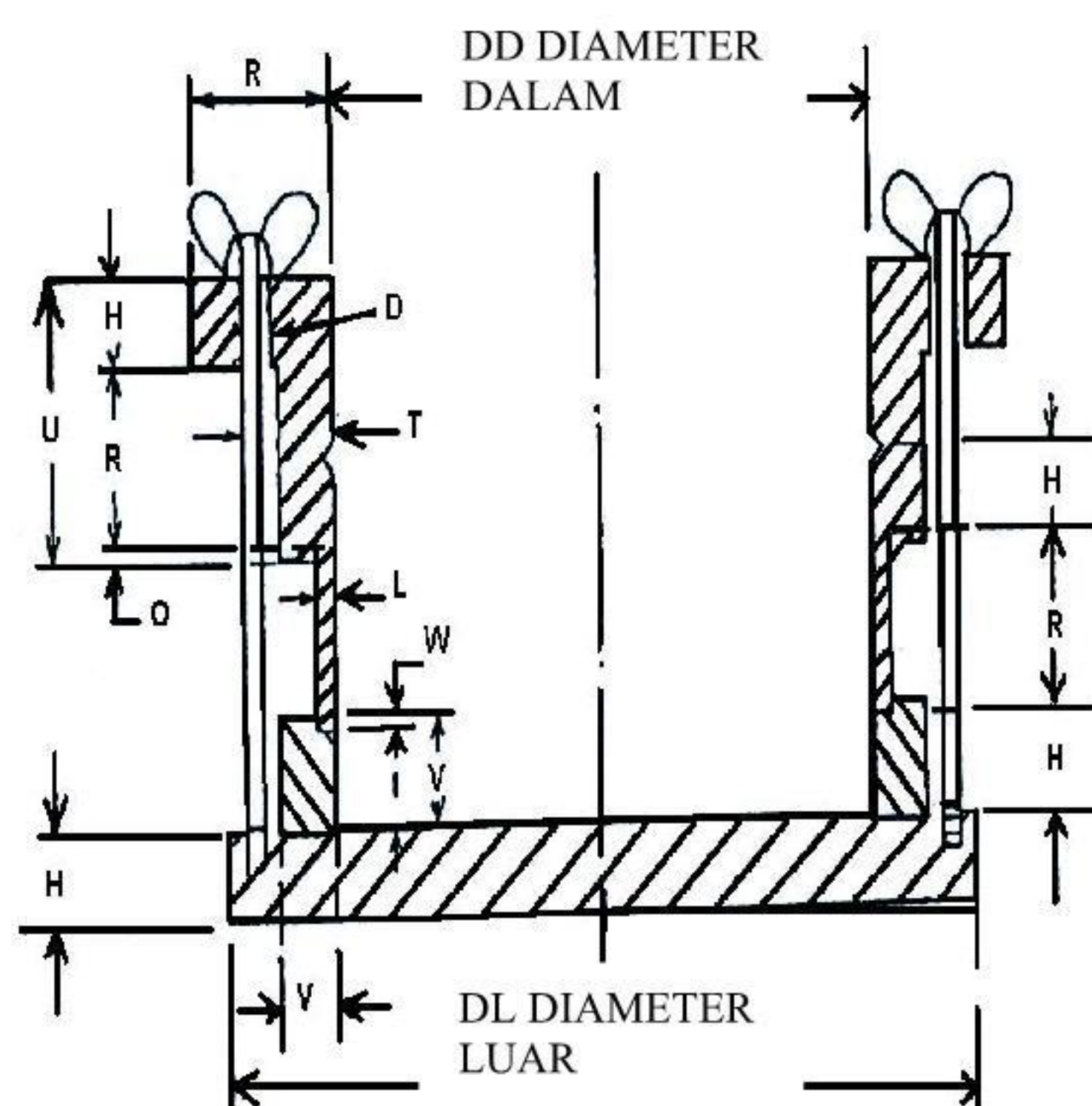
6.6 *Sieves*—A 4.75-mm (No. 4) sieve conforming to the requirements of Specification E 11.

6.7 *Mixing Tools*—Miscellaneous tools such as mixing pans, spoons, trowels, spatula, a suitable mechanical device, and so forth for thoroughly mixing the sample of soil with water.

6.8 *Loading Device*—A consolidometer or equivalent loading device as described in Test Methods D 2435 for supporting and submerging the specimen, for applying a vertical load, and for measuring the change in height of the specimen. The consolidometer ring must be as specified in 6.1.

6.9 *Porous Disks*—The disks shall be smooth ground and fine enough (Note 3) to minimize intrusion of soil into the disks. The disk shall reduce false displacements caused by seating of the specimen against the surface of the disk. Such displacements are significant, especially if displacements and applied vertical pressures are small.

NOTE 3—A suitable pore size is 10 μ m.



Simbol	(in)	Toleransi (in)	(mm)	Toleransi (mm)
DD	4,010	± 0.005	101,9	± 0.1
DL	6,00	± 1.01	152,4	± 0.2
H	0,50	± 0.01	12,7	± 0.2
D (lubang)	7/32	$+ 1/64$	5,5	± 0.2
U	1,625	± 0.01	41,3	± 0.2
T	0,325	± 0.01	9,5	± 0.2
O	0,125	± 0.004	3,2	± 0.1
R	1,00	± 0.01	25,4	± 0.2
W	0,563	± 0.004	14,3	± 0.1
V	0,688	± 0.01	17,5	± 0.2
L	0,120	± 0.000	3,05	± 0.0

Gambar 1 - Cetakan dengan ring untuk memadatkan benda uji untuk uji indeks ekspansi

6.9.1 Pori-pori batu pori/lempengan berpori harus kering udara.

6.9.2 Batu pori/lempengan berpori harus cocok/sesuai dengan ring konsolidometer untuk menghindari ekstrusi atau lontaran. Dimensi batu pori yang sesuai adalah tinggi 12,7 mm \pm 0,13 mm (0,50 in. \pm 0,005 in.) dan diameter 101,5 mm \pm 0,13 mm (3,995 in. \pm 0,005 in.) atau seperti yang dijelaskan dalam ASTM D 2435 butir 6.3.

7 Penyiapan contoh uji

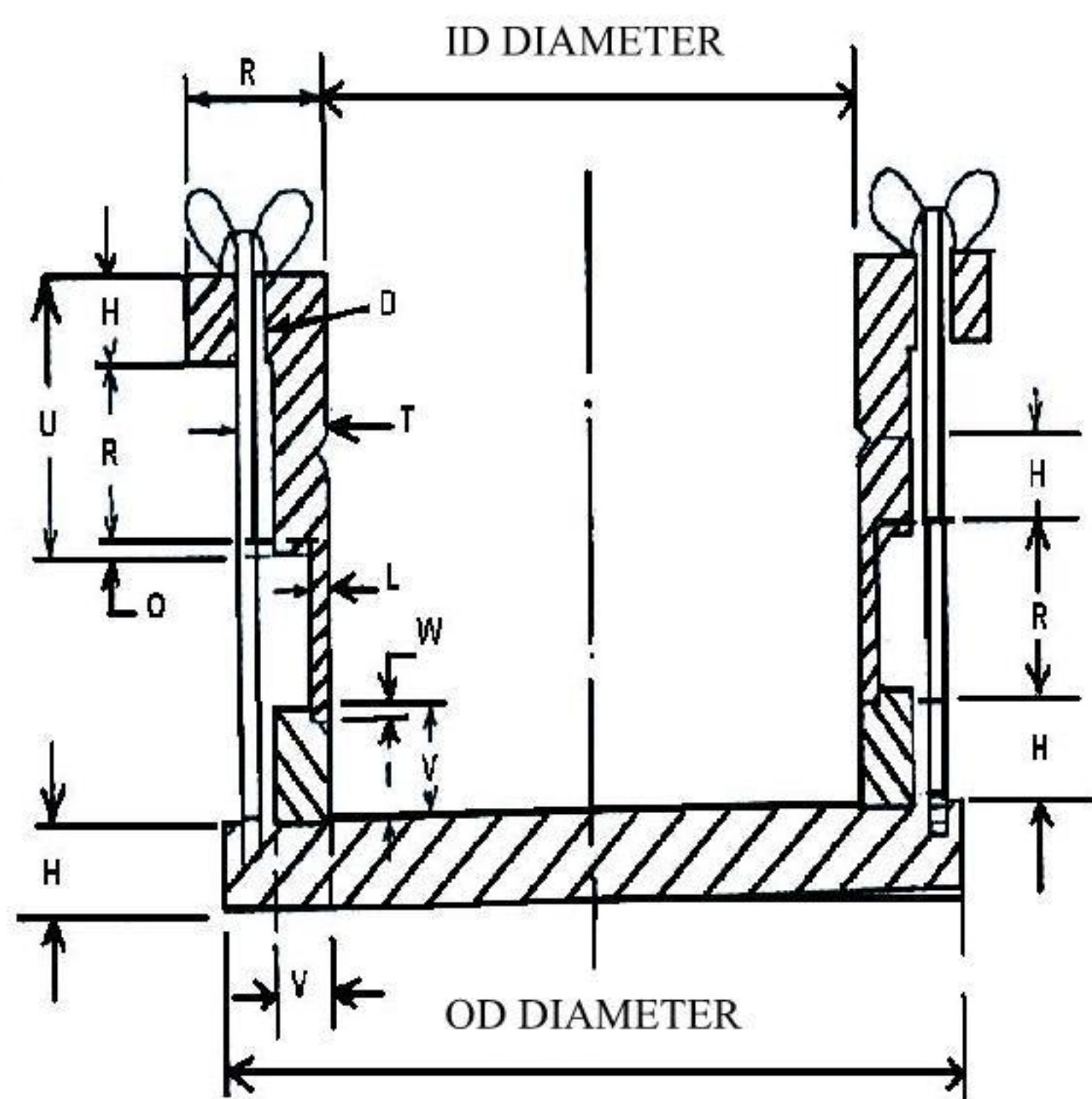
7.1 Persiapan contoh uji pengayakan

Jika contoh uji tanah dalam keadaan basah ketika diterima dari lapangan, keringkan sampai terurai. Pengeringan dapat dilakukan dengan cara kering udara atau dengan menggunakan alat oven pengering dengan temperatur contoh di bawah 60°C (140°F). Pecahkan gumpalan dengan hati-hati untuk menghindari pengurangan ukuran alami dari partikel individu.

CATATAN 4 Jika ukuran partikel lebih besar dari 6,35 mm (0,25 in.) yang berpotensi mengembang, seperti tanah lempung, batu serpih, atau batuan vulkanik lapuk, batuan-batuan tersebut mungkin dapat dipecah sehingga bisa melewati ayakan 4,75 mm (no. 4) jika hal ini konsisten dengan kegunaan tanah.

7.2 Pengayakan

Ayak tanah yang representatif dengan jumlah yang cukup dengan menggunakan ayakan 4,75 mm (no. 4). Catat persentase material kasar yang tertahan pada ayakan 4,75 mm (no. 4) dan buang.



Letter	(in)	Tolerances (in)	(mm)	Tolerances (mm)
ID	4,010	± 0.005	101,9	± 0.1
OD	6,00	± 1.01	152,4	± 0.2
H	0,50	± 0.01	12,7	± 0.2
D (hole)	7/32	+ 1/64	5,5	± 0.2
U	1,625	± 0.01	41,3	± 0.2
T	0,325	± 0.01	9,5	± 0.2
O	0,125	± 0.004	3,2	± 0.1
R	1,00	± 0.01	25,4	± 0.2
W	0,563	± 0.004	14,3	± 0.1
V	0,688	± 0.01	17,5	± 0.2
L	0,120	± 0.000	3,05	± 0.0

FIG. 1 - Mold with Ring for Compaction of Specimen for Expansion Index Test

6.9.1 Porous disks shall be air dry.

6.9.2 Porous disks shall have a close fit to the consolidometer ring to avoid extrusion or punching. Suitable disk dimensions are 12.7 mm ± 0.13 mm (0.50 in. ± 0.005 in.) in height and 101.5 mm ± 0.13 mm (3.995 in. ± 0.005 in.) in diameter or as described in 6.3 of Test Methods D 2435.

7 Sample Preparation

7.1 Preparation for Sieving—If the soil sample is damp when received from the field, dry it until it becomes friable using a trowel. Air drying or oven drying at temperatures below 60°C (140°F) may be used. Thoroughly break up the aggregations in a manner such that the natural size of individual particles is not reduced.

NOTE 4—If particles larger than 6.35 mm (0.25 in.) are potentially expansive, such as particles of claystone, shale, or weathered volcanic rock, they may be broken down so as to pass the 4.75-mm (No. 4) sieve if this is consistent with use of the soil.

7.2 Sieving—Sieve an adequate quantity of the representative soil using the 4.75-mm (No. 4) sieve. Record the percentage of coarse material retained on the 4.75-mm (No. 4) sieve and discard.

7.3 Contoh tanah - Pilih contoh tanah yang representatif dengan massa sekitar 1 kg (2 lbm) atau seperti yang dijelaskan pada 7.1 dan 7.2.

8 Penyiapan benda uji

8.1 Kadar air

Campur contoh tanah yang representatif dengan air suling yang cukup untuk membuat tanah mempunyai kadar air dengan derajat kejenuhan $50\% \pm 2\%$ pada kondisi dipadatkan. Setelah dilakukan pencampuran, ambil contoh tanah representatif untuk penentuan kadar air dan sisa dari contoh tanah disimpan dalam wadah yang kedap udara untuk jangka waktu 16 jam. Timbang contoh segera dalam keadaan lengas, dan keringkan dalam oven dengan temperatur $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ($230^{\circ}\text{F} \pm 9^{\circ}\text{F}$) paling sedikit 12 jam, atau sesuai dengan ASTM D 2216, sampai mencapai berat yang tetap. Berat contoh tanah untuk pengujian kadar air minimal 100 g sesuai ASTM D 2216. Kadar air dari contoh ditentukan sesuai ASTM D 2216 dengan ketelitian 0,1% atau lebih kecil.

8.2 Pemadatan benda uji

Siapkan benda uji dengan memadatkan tanah yang telah diperam (dijaga kondisinya) dalam cetakan berdiameter 101,9 mm (4,01 in.) dengan dua lapisan yang sama untuk mendapatkan ketebalan sekitar 50,8 mm (2 in.) dalam keadaan padat. Padatkan setiap lapisan dengan 15 kali tumbukan yang tersebar merata dengan menggunakan penumbuk yang mempunyai tinggi jatuh bebas $305 \text{ mm} \pm 2,5 \text{ mm}$ (12 in. $\pm 0,1$ in.) di atas permukaan tanah bila menggunakan penumbuk jenis selongsong, atau $305 \text{ mm} \pm 2,5 \text{ mm}$ (12 in. $\pm 0,1$ in.) di atas permukaan lapisan yang telah dipadatkan bila menggunakan penumbuk yang dipasang tetap. Kasarkan permukaan lapisan pertama yang telah dipadatkan dengan cara menggarut-garut dengan pisau, atau benda lain yang sesuai, sebelum menambahkan material lapisan kedua. Selama pemadatan cetakan ditempatkan pada alas yang kokoh, seperti kubus beton dengan berat tidak kurang dari 90 kg (200 lb).

8.3 Penyesuaian benda uji

Setelah pemadatan, lepaskan bagian atas dan bawah cetakan dari ring dalam dan ratakan dengan hati-hati benda uji di dalam ring pada bagian atas dan bawah dengan menggunakan pisau perata.

8.4 Tinggi benda uji

Tentukan tinggi awal benda uji H_1 dengan ketelitian 0,03 mm (0,001 in.) atau sama dengan prosedur bagian 7 pada ASTM D 3877 atau dianggap sama dengan tinggi ring benda uji.

8.5 Derajat kejenuhan

Hitung kadar air sesuai dengan ASTM D 2216 dan berat isi kering sesuai dengan Bagian 11 ASTM D 698. Tentukan derajat kejenuhannya dengan menggunakan rumus 1. Jika derajat kejenuhannya tidak mencapai $50\% \pm 2\%$, siapkan benda uji yang lain. Sesuaikan kadar air dari benda uji yang baru berdasarkan perhitungan derajat kejenuhan dan siapkan benda uji untuk derajat kejenuhan $50\% \pm 2\%$ sesuai dengan 8.1 – 8.4. Tingkatkan kadar air jika derajat kejenuhannya kurang dari 50% dan kurangi jika lebih dari 50%.

$$S = \frac{wG_s\gamma_d}{G_s\gamma_w - \gamma_d} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

S adalah derajat kejenuhan, %

w adalah kadar air, %

G_s adalah berat spesifik, tentukan 2,7 kecuali jika berat spesifiknya diketahui lebih kecil dari 2,6 atau lebih besar dari 2,8

γ_w adalah berat isi air, $9,79 \text{ kN/m}^3$ ($62,3 \text{ lbf/ft}^3$) pada suhu 20°C (68°F), dan

γ_d adalah berat isi kering dari benda uji padat, kN/m^3 (lbf/ft^3)

7.3 *Sample*—Select a representative sample of the soil with a mass of approximately 1 kg (2 lbm) or more prepared using the guidelines in 7.1 and 7.2.

8 Specimen Preparation

8.1 *Water Content*—Thoroughly mix the selected representative sample with sufficient distilled water to bring the soil to a water content that has a corresponding degree of saturation of $50 \pm 2\%$ in the compacted condition. After mixing, take a representative sample of the material for determination of the water content and seal the remainder of the soil in a closefitting airtight container for a period of at least 16 h. Weigh the moisture sample immediately, and dry in an oven at $110 \pm 5^\circ\text{C}$ ($230 \pm 9^\circ\text{F}$) for at least 12 h, or in accordance with Test Methods D 2216, to a constant mass. The water content sample shall have a mass of at least 100 g conforming with Test Methods D 2216. The water content of the trimmings shall be determined in accordance with Test Methods D 2216 using a resolution of 0.1 % or better.

8.2 *Specimen Compaction*—Prepare a specimen by compacting the cured soil in the 101.9-mm (4.01-in.) diameter mold in two equal layers to give a total compacted depth of 50.8 mm (2 in.). Compact each layer by 15 uniformly distributed blows of the rammer dropping free from a height of $305 \text{ mm} \pm 2.5 \text{ mm}$ (12 in. ± 0.1 in.) above the top of the soil when a sleeve type rammer is used, or from $305 \text{ mm} \pm 2.5 \text{ mm}$ (12 in. ± 0.1 in.) above the approximate elevation of each finally compacted layer when a stationary mounted type of rammer is used. Scarify the first compacted layer before adding material for the second layer using a knife or other suitable object. During compaction rest the mold on a uniform rigid foundation, such as provided by a cube of concrete with a mass not less than 90 kg (200 lb).

8.3 *Specimen Trimming*—Following compaction, remove the upper and lower portions of the mold from the inner ring and carefully trim the specimen flush with the top and bottom of the ring with a straight edge.

8.4 *Specimen Height*—Determine the initial height of the specimen H_1 , with a resolution of 0.03 mm (0.001 in.) similar to the procedure in Section 7 of Test Methods D 3877 or assume equal to the height of the specimen ring.

8.5 *Degree of Saturation*—Calculate the water content in accordance with Test Methods D 2216 and the dry unit weight in accordance with Section 11 of Test Methods D 698. Determine the degree of saturation using the equation provided below. If the degree of saturation is not within $50 \pm 2\%$, prepare another specimen. Adjust the water content of the new specimen based on the calculated degree of saturation and prepare the specimen in accordance with 8.1-8.4 to achieve a degree of saturation $50 \pm 2\%$. Increase the water content if the degree of saturation is less than 50% and decrease the water content if the degree of saturation is higher than 50 %.

$$S = \frac{wG_s\gamma_d}{G_s\gamma_w - \gamma_d} \dots\dots\dots (1)$$

where:

S = degree of saturation, %

w = water content, %,

G_s = specific gravity, use 2.7 unless the specific gravity is known to be less than 2.6 or more than 2.8,

γ_w = unit weight of water, 9.79 kN/m^3 (62.3 lbf/ft^3) at 20°C (68°F), and

γ_d = dry unit weight of compacted soil specimen, kN/m^3 (lbf/ft^3).

Gunakan resolusi yang disediakan pada 8.1 untuk w . Gunakan resolusi 0,1 kN/m³ (0,1 lbf/ft³) atau yang lebih baik bagi γ_d .

CATATAN 5 Metode uji ini mengasumsikan berat spesifik 2,7 yang khas dari tanah mineral yang umum digunakan untuk pemadatan. Selain itu, dengan menggunakan nilai spesifik gravitasi diasumsikan sebesar 2,7 akan menghasilkan kesalahan maksimum 4% dihitung dalam persentase kejenuhan, asalkan berat jenis sebenarnya adalah antara 2,6 dan 2,8. Kesalahan kecil ini jauh lebih sedikit dengan jenis mineral akan menyebabkan sistematis dan perubahan kecil pada IE yang dianggap sama pentingnya dengan variasi yang disebabkan penentuan berat jenis menggunakan ASTM D 854.

9 Prosedur

9.1 Tempatkan benda uji yang telah dipadatkan dalam ring konsolidometer atau alat pembeban yang setara lainnya, dengan lempeng pori kering udara yang diletakkan pada bagian atas dan bawah benda uji. Beri beban pada benda uji yang menghasilkan tekanan total 6,9 kPa (1 lbf/in²) termasuk berat lempeng pori pada bagian atas dan berat penyeimbang dari bagian alat pembeban. Biarkan benda uji memampat pada tekanan ini selama 10 menit. Setelah itu lakukan pembacaan awal (D_1) pada jarum pengukur konsolidometer dengan ketelitian 0,03 mm (0,001 in.) atau yang lebih baik.

9.2 Genangi benda uji dengan air suling, lakukan pembacaan pada jarum pengukur secara periodik selama 24 jam sesuai ASTM D 2435 atau sampai laju ekspansi kurang dari 0,005 mm/jam (0,0002 in./jam). Akan tetapi, jika hal itu tidak terjadi, lakukan pembacaan selama tidak kurang dari 3 jam.

9.3 Pindahkan benda uji dari alat pembeban setelah pembacaan akhir (D_2) yang diperoleh dengan resolusi 0,03 mm (0,001 in.) atau resolusi yang lebih baik dan tentukan selisih tinggi (ΔH) yaitu selisih antara pembacaan akhir dan awal dari jarum pengukur. Tentukan massa benda uji dengan ketelitian terdekat 0,1 gram ($2,2 \times 10^{-4}$ lbm).

10 Perhitungan dan laporan

10.1 Perhitungan – Hitung indeks ekspansi, IE sebagai berikut:

$$IE = \frac{\Delta H}{H_1} \times 1000 \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

ΔH adalah perubahan tinggi, $D_2 - D_1$, mm

H_1 adalah tinggi awal, mm

D_1 adalah pembacaan jarum pengukur awal, mm

D_2 adalah pembacaan jarum pengukur akhir, mm

Gunakan ketelitian yang tercantum pada 8.4, 9.1, dan 9.3 untuk H_1 , D_1 , dan D_2 , masing-masing secara berurutan.

10.2 Catat hasil pengujian minimal mengenai informasi umum sebagai berikut:

10.2.1 Identifikasi contoh uji/benda uji, meliputi No. Kegiatan, No. Titik Bor, No. Contoh, No. Kedalaman, dan sebagainya.

10.2.2 Berbagai seleksi khusus dan proses persiapan, seperti memecahkan partikel besar batu lempung, serpih, batuan vulkanik, dan sebagainya.

Use the resolution provided in 8.1 for w . Use a resolution of 0.1 kN/m^3 (0.1 lbf/ft^3) or better for γ_d .

NOTE 5—This standard test method assumes a specific gravity of 2.7, which is typical of soil minerals commonly used for compaction. In addition, using an assumed specific gravity value of 2.7 will result in a maximum error of 4 % in the calculated degree of saturation, provided the actual specific gravity is between 2.6 and 2.8. These small errors in saturation with mineral type will cause systematic and small changes in the EI that are considered equally important to variations caused when determining the specific gravity using Test Methods D 854.

9 Procedure

9.1 Place the compacted soil specimen in the ring of a consolidometer or equivalent loading device with air-dried porous disks placed at the top and bottom ends of the specimen. Subject the specimen to a total pressure of 6.9 kPa (1 lbf/in^2), including the weight of the upper porous disk and any unbalanced weight of the loading machine. Allow the specimen to compress under this pressure for a period of 10 min. Subsequent to this initial compression period, obtain the initial reading (D_1) on the consolidometer dial indicator with a resolution of 0.03 mm (0.001 in.) or better.

9.2 Inundate the specimen with distilled water, obtaining periodic dial indicator readings, in accordance with Test Methods D 2435, for a period of 24 h or until the rate of expansion becomes less than 0.005 mm/h (0.0002 in./h). However, in no case shall the sample be inundated and readings taken for less than 3 h.

9.3 Remove the specimen from the loading machine after the final reading (D_2) obtained with a resolution of 0.03 mm (0.001 in.) or better and determine the change in height (ΔH) as the difference between the initial and final reading of the dial indicator. Determine the specimen mass to the nearest 0.1 g ($2.2 \times 10^{-4} \text{ lbm}$).

10 Calculation and Report

10.1 *Calculation*—Calculate the expansion index, EI , as follows:

$$EI = \frac{\Delta H}{H_1} \times 1000 \dots\dots\dots (2)$$

where:

ΔH = change in height, $D_2 - D_1$, mm,

H_1 = initial height, mm,

D_1 = initial dial reading, mm, and

D_2 = final dial reading, mm.

Use the resolutions provided in 8.4, 9.1, and 9.3 for H_1 , D_1 , and D_2 , respectively.

10.2 Record as a minimum the following general information (data):

10.2.1 Sample/specimen identifying information, such as Project No., Boring No., Sample No., Depth, and so forth.

10.2.2 Any special selection and preparation process, such as breaking down large particles of claystone, shale, volcanic rock, and so forth.

10.3 Catat sebagai data minimum benda uji berikut:

10.3.1 Tinggi awal (menggunakan ketelitian 0,03 mm (0,001 in.) atau yang lebih baik).

10.3.2 Kadar air awal (mendekati 0,1%).

10.3.3 Berat isi kering awal (menggunakan ketelitian 0,1 kN/m³ (0,1 lbf/ft³) atau yang lebih baik).

10.3.4 Derajat kejenuhan awal (gunakan tiga digit signifikan).

10.4 Catat data uji ekspansi minimum sebagai berikut :

10.4.1 Pembacaan pengukuran awal dan akhir (menggunakan ketelitian 0,03 mm (0,001 in.) atau lebih baik).

10.4.2 Kadar air akhir (mendekati 0,1%).

10.4.3 Laporkan nilai IE dengan bilangan bulat yang terdekat. Jika tinggi benda uji awal lebih besar daripada tinggi akhir benda uji, laporkan indeks ekspansi sebagai nol.

11 Presisi dan bias

11.1 Program pengujian antar laboratorium - Sebuah program pengujian antar laboratorium menggunakan tiga contoh tanah yang berbeda dilakukan oleh 14 perusahaan geoteknik di Los Angeles dan Orange County California (Tabel 2).

CATATAN 6 Data pada Tabel 2 diperoleh dengan menggunakan versi standar yang memungkinkan untuk persiapan jarak kejenuhan benda uji antara 40% sampai 60%, kemudian interpretasi IE yang diijinkan sesuai dengan 50% kejenuhan. Jika perlu, gunakan persamaan.

11.1.1 Presisi

Batas pengulangan (di laboratorium) tidak dapat ditentukan dari data studi yang direferensikan karena laboratorium yang berpartisipasi mereplikasi tidak melakukan pengujian pada masing-masing contoh tanah. Sub Committee D18.05 mencari data yang berhubungan dari pengguna metode uji ini.

11.1.1.1 Reprodusibilitas (antar laboratorium) dapat ditentukan dari studi referensi. Simpangan baku (batas pertama) dan perbedaan dua simpangan baku (batas kedua) disajikan dalam Tabel 2 (ada probabilitas 95% bahwa dua pengujian yang sama dilakukan secara tepat oleh laboratorium yang berbeda akan mempunyai perbedaan kurang dari batas kedua).

11.2 Bias

Tidak ada nilai bias rujukan yang dapat diterima untuk metode uji ini, oleh karena itu, bias tidak dapat ditentukan.

12 Kata kunci

12.1 Tanah lempung; tanah ekspansif; indeks pengujian; pengujian laboratorium; kelengasan tanah; tanah mengembang

Tabel 2 - Hasil pengujian antara beberapa laboratorium

Indeks ekspansi rata-rata	Simpangan baku (batas pertama)	Perbedaan dua simpangan baku (batas kedua)
56	11	30
76	14	39
77	18	50

10.3 Record as a minimum the following specimen data:

10.3.1 The initial height (use a resolution of 0.03 mm (0.001 in.) or better).

10.3.2 The initial water content (nearest 0.1 %).

10.3.3 The initial dry unit weight (use a resolution of 0.1 kN/m³(0.1 lbf/ft³) or better).

10.3.4 The initial degree of saturation (use three significant digits).

10.4 Record as a minimum the following expansion test data:

10.4.1 The initial and final dial readings (use a resolution of 0.03 mm (0.001 in.) or better).

10.4.2 The final water content (nearest 0.1 %).

10.4.3 Report the *EI* to the nearest whole number. If the initial specimen height is greater than the final specimen height, report the expansion index as zero.

11 Precision and Bias

11.1 *Interlaboratory Test Program*—An interlaboratory test program using three different soil samples was performed by 14 geotechnical firms in the Los Angeles and Orange Counties of California (Table 2).

NOTE 6—The data in Table 2 was obtained using a version of the standard that allowed the specimen to be prepared within a 40 to 60 % saturation range, then further allowed interpreting the *EI* corresponding to a saturation of 50 %, if necessary, by use of an equation.

11.1.1 *Precision*—The repeatability limit (within laboratory) cannot be determined from the data from the referenced study because the participating laboratories did not perform replicate tests on each soil sample. Subcommittee D18.05 is seeking pertinent data from the users of this test method.

11.1.1.1 The reproducibility (between laboratories) can be determined from the reference study. The standard deviation (1s limit) and the difference two-standard-deviation limit (d2s limit) are presented in Table 2 (there is a 95 % probability that two properly conducted tests performed by different laboratories will differ by less than the d2s limit).

11.2 *Bias*—There is no acceptable reference value for this test method, therefore, bias cannot be determined.

12 Keywords

12.1 clays; expansive soils; index tests; laboratory tests; soil moisture; swelling soils.

TABLE 2 - Results of Interlaboratory Test Program

Average Expansion Index	Standard Deviation (1 s limit)	Difference Two-Standard-Deviation Limit (d2s limit)
56	11	30
76	14	39
77	18	50

RINGKASAN PERUBAHAN

Sesuai dengan kebijakan Committee B 18, bagian ini mengidentifikasi lokasi perubahan standar ini sejak edisi terakhir (D 4829-08) yang dapat mempengaruhi penggunaan standar ini (Disetujui 1 Desember 2008)

(1) Sebagian kecil revisi dibuat untuk Bagian 8.5, 9.1 dan 10.1.

Sesuai dengan kebijakan Committee B 18, bagian ini mengidentifikasi lokasi perubahan standar ini sejak edisi terakhir (D 4829-03) yang dapat mempengaruhi penggunaan standar ini (Disetujui 1 Juni 2007)

- (1) Prosedur persiapan benda uji baru membutuhkan kejenuhan $50 \pm 2\%$.
- (2) Tabel 1 (Tabel klasifikasi) telah diubah dari teks tabel-laris yang sesuai dengan format dan cara penyajian pada ASTM Standar.
- (3) Toleransi ditambahkan pada berbagai persyaratan peralatan, dan persyaratan ketelitian ditambahkan untuk pengukuran.
- (4) Beberapa perubahan editorial dibuat untuk memperjelas isi standar ini.
- (5) Persyaratan untuk mengondisikan kadar air dari benda uji menjadi kadar air optimum pada uji standar Proctor seperti yang dijelaskan dalam ASTM D 698 diabaikan jika proses teknik persiapan benda uji yang digunakan dalam uji indeks ekspansi tidak sepenuhnya sesuai dengan ketentuan ASTM D 698.
- (6) Penggunaan berat spesifik 2,7 termasuk untuk menyederhanakan penentuan derajat kejenuhan menggunakan Rumus 1.

ASTM internasional tidak bertanggungjawab dalam keabsahan dan penegasan setiap hak paten terkait dengan setiap item yang disebutkan dalam standar ini. Pengguna standar ini disarankan untuk mengetahui bahwa penentuan keabsahan hak paten tersebut dan resiko pelanggaran hak tersebut, adalah sepenuhnya tanggung jawab mereka sendiri.

Standar ini bisa direvisi setiap saat oleh komite teknis yang bertanggung jawab dan harus ditinjau setiap lima tahun dan jika tidak direvisi, baik itu disetujui atau ditarik kembali. Komentar Anda diharapkan baik untuk revisi standar ini atau standar tambahan dan harus ditujukan kepada Kantor Perwakilan ASTM International. Komentar Anda akan diterima dan dipertimbangan dengan cermat dalam pertemuan komite yang bertanggung jawab secara teknis, dimana Anda pun dapat mengahadirinya. Jika Anda merasa bahwa komentar Anda belum diterima maka Anda harus membuat usulan agar diketahui oleh Komite Teknis Standar ASTM, di alamat yang ditunjukkan di bawah ini.

SUMMARY OF CHANGES

Committee D18 has identified the location of selected changes to this standard since the last issue (D 4829 – 08) that may impact the use of this standard. (Approved December 1, 2008.)

(1) Minor revisions made to Sections 8.5, 9.1, and 10.1.

Committee D18 has identified the location of selected changes to this standard since the last issue (D 4829 – 03) that may impact the use of this standard. (Approved June 1, 2007.)

- (1) New specimen preparation procedures require a saturation of $50 \pm 2\%$.
- (2) Table 1 (classification table) was changed from an in-text table to one that conforms to Form and Style for ASTM Standards.
- (3) Tolerances were added to various equipment requirements and resolution requirements were added to measurements.
- (4) Several editorial changes were made to clarify the content of the standard.
- (5) The requirement for bringing the water content of a specimen to the optimum water content with respect to standard Proctor test as described in Test Methods D 698 is taken out since the specimen preparation technique used in the expansion index test does not correspond fully to Test Methods D 698.
- (6) Use of 2.7 for specific gravity is included to simplify determination of the degree of saturation using Eq 1.

ASTM International takes no position respecting the validity of any patent rights asserted in connection with any item mentioned in this standard. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any such patent rights, and the risk of infringement of such rights, are entirely their own responsibility.

This standard is subject to revision at any time by the responsible technical committee and must be reviewed every five years and if not revised, either reapproved or withdrawn. Your comments are invited either for revision of this standard or for additional standards and should be addressed to ASTM International Headquarters. Your comments will receive careful consideration at a meeting of the responsible technical committee, which you may attend. If you feel that your comments have not received a fair hearing you should make your views known to the ASTM Committee on Standards, at the address shown below.

This standard is copyrighted by ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States. Individual reprints (single or multiple copies) of this standard may be obtained by contacting ASTM at the above address or at 610-832-9585 (phone), 610-832-9555 (fax), or service@astm.org (e-mail); or through the ASTM website (www.astm.org).